

经食道超声心动图参数与心房颤动合并心力衰竭患者研究进展

向超群^{1,2}, 田 鑫^{2*}

¹吉首大学医学院, 湖南 吉首

²吉首大学第一附属医院心血管内科, 湖南 吉首

收稿日期: 2026年6月21日; 录用日期: 2026年7月15日; 发布日期: 2026年7月22日

摘 要

经食道超声心动图(Transesophageal Echocardiography, TEE)由于具有良好的成像效果, 在心房颤动(Atrial Fibrillation, AF)合并心力衰竭(Heart Failure, HF)患者治疗过程中起着至关重要的作用。本文就目前关于TEE在AF合并HF的应用进行综述, 主要针对TEE在检测AF合并HF患者左心房血栓形成、评价心功能、监测血流动力学以及射频消融术前评估等方面的研究进行阐述, 以期为广大临床工作者提供参考, 为临床诊治提供科学依据。

关键词

经食道超声心动图, 心房颤动, 心力衰竭, 左心房血栓

Transesophageal Echocardiographic Parameters and Research Advances in Patients with Atrial Fibrillation and Heart Failure

Chaoqun Xiang^{1,2}, Xin Tian^{2*}

¹School of Medicine, Jishou University, Jishou Hunan

²Department of Cardiovascular Medicine, The First Affiliated Hospital of Jishou University, Jishou Hunan

Received: June 21, 2026; accepted: July 15, 2026; published: July 22, 2026

*通讯作者。

文章引用: 向超群, 田鑫. 经食道超声心动图参数与心房颤动合并心力衰竭患者研究进展[J]. 临床医学进展, 2026, 16(7): 1818-1824. DOI: 10.12677/acm.2026.1672705

Abstract

Transesophageal echocardiography (TEE) has excellent imaging performance and plays a crucial role in the treatment of patients with atrial fibrillation (AF) combined with heart failure (HF). This article reviews the current application of TEE in patients with AF combined with HF, mainly focusing on the research on TEE in detecting left atrial thrombus formation in patients with AF combined with HF, evaluating cardiac function, monitoring hemodynamics, and preoperative assessment for radiofrequency ablation, with the aim of providing reference for clinical practitioners and offering scientific basis for clinical diagnosis and treatment.

Keywords

Transesophageal Echocardiography, Atrial Fibrillation, Heart Failure, Left Atrial Thrombus

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

心房颤动属于临床最常见的心律失常类型之一,其与心力衰竭的病理生理联系十分紧密。流行病学研究提示 AF 患者发生心力衰竭的风险明显升高,心力衰竭也是 AF 发生与进展的重要危险因素,两者故而构成恶性循环,患者的病死率以及致残率因而明显上升[1]。故此,准确评估心脏结构、功能以及血栓风险是制定 AF 合并 HF 临床管理治疗策略的关键环节。经食道超声心动图的超声探头位于食管中段,这种检查利用食管与左心房解剖位置相邻的特点,因而避开胸壁、肺组织等对超声波的干扰,所以获得比经胸超声心动图(Transthoracic Echocardiography, TTE)更高分辨率的心脏图像。TEE 在左心房、左心耳、房间隔以及心脏瓣膜等结构显示方面具有独到的优势。在 AF 合并 HF 患者中,TEE 可以检测左心房血栓,同时评估卒中风险,并且精确测量心功能参数,因而指导抗凝治疗以及射频消融等介入治疗策略[2]-[4]。近年来超声技术持续进步,临床研究也在深入,TEE 在该人群中的应用价值因而不断得到挖掘以及证实。本文的目的是系统综述 TEE 参数在 AF 合并 HF 患者中的研究进展,并且探讨其临床应用价值以及未来发展方向。

2. TEE 技术原理与在心血管评估中的优势

2.1. 技术原理与成像特点

经是将超声探头经口腔置入食管内,从心脏后方进行扫查的影像学技术,因为食管位于左心房后方,绝大部分人群的食管与左房后壁存在直接接触,接触长度约 6 cm,宽度约 1 cm,这种解剖关系使 TEE 能够近距离观察心脏结构,获得高分辨率的图像,相比 TTE 需要穿透皮肤肌肉骨骼及肺组织等多层结构,TEE 有效避免了气体和组织对超声波的衰减,显著提高了图像的清晰度和分辨率[5] [6]。

2.2. 在 AF 合并 HF 患者中的评估

心房颤动患者因心房有效收缩功能丧失,使得左心房血流受阻且左心耳区域更易形成血栓;心力衰竭患者常伴有心脏扩张、收缩或舒张功能受损,故而进一步提高血栓及栓塞事件风险[7]。经食管超声心

动图(TEE)可同步评估此类患者的解剖结构异常与血流动力学变化,涵盖左心房及左心耳形态学改变、自发性显影现象、血栓形成、瓣膜反流程度、左右心室功能状态以及肺静脉血流模式等参数。此类参数在评估卒中风险、指导抗凝治疗以及判断复律或消融指征时具备一定的临床参考价值[8][9]。

3. TEE 在 AF 合并 HF 患者中的应用

3.1. 左心房血栓与左心耳功能

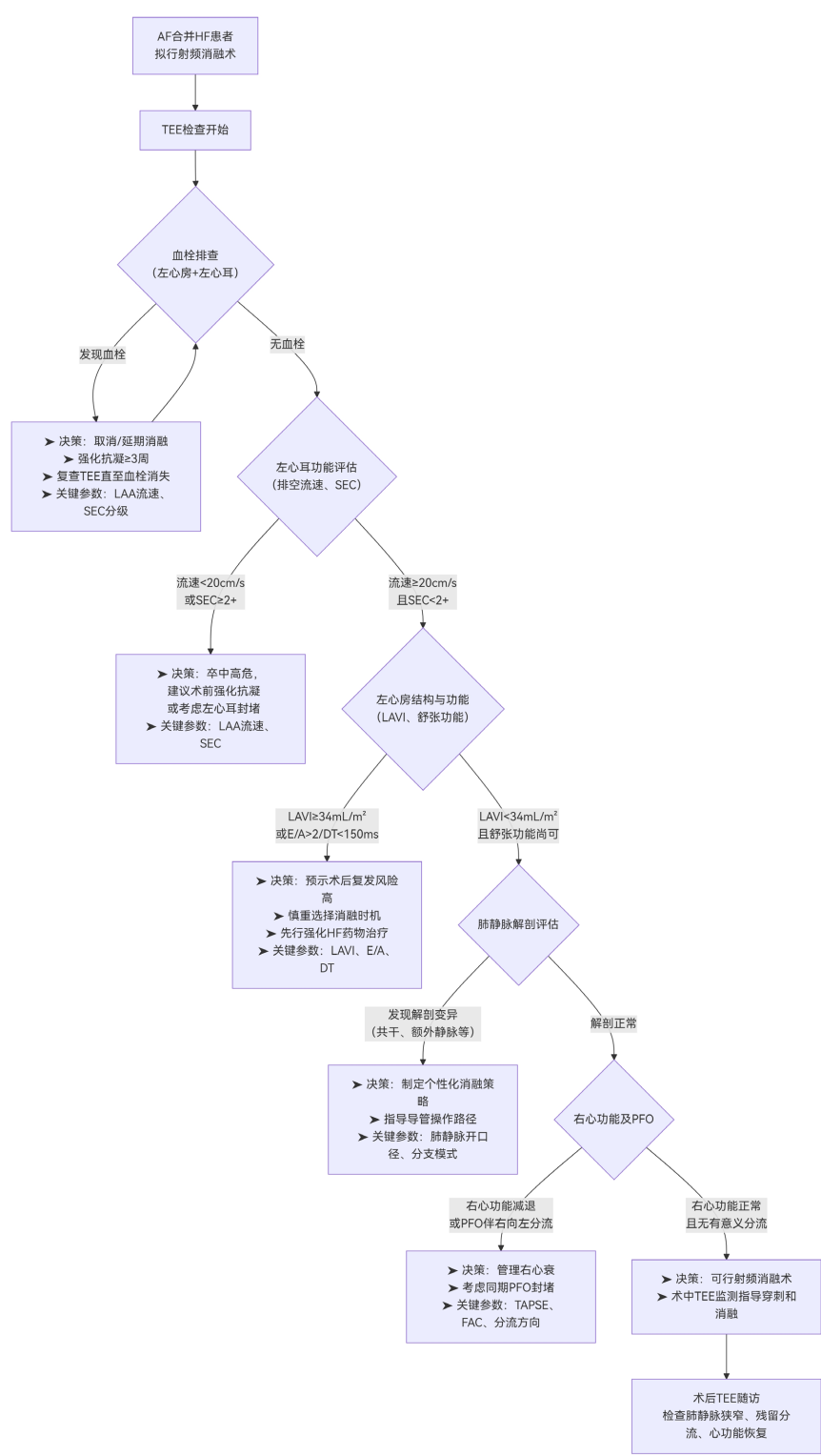
左心房血栓,尤其是左心耳部位血栓的形成,是 AF 患者发生缺血性脑卒中的主要危险因素。而 TEE 被认为是检测左心房血栓敏感性和特异性最高的无创性检查方法[10],在 AF 合并 HF 患者中,因心功能不全引发的心输出量下降和心房扩张,会让血栓形成风险进一步增加,TEE 能够清晰显示左心耳的形态结构,包括分叶数量开口大小及深度,同时检测血栓的存在,研究发现,左心耳血流速度是预测血栓形成的重要参数,正常窦性心律时,左心耳具备主动收缩功能,血流排空速度较快,AF 时左心耳失去有效收缩,血流速度明显降低,当平均血流峰值速度低于 20 cm/s 时,血栓形成风险显著增加,与此同时,左心耳内自发性显影即 Spontaneous Echo Contrast (SEC)提示血液处于淤滞状态,是血栓形成的前兆[6][11];TEE 还可评估左心耳梳状肌的形态特征,分叶型左心耳比单叶型更容易形成血栓,对于 HF 患者,TEE 能够评估左心房扩大程度与血栓形成的相关性,左心房直径增大左心房容积指数升高都和血栓风险增加相关,在准备进行心脏复律或射频消融术的患者中,TEE 检测血栓的阴性预测值极高,可有效指导临床决策,若存在血栓,需进行至少三周的抗凝治疗,待血栓稳定或消失后才可开展介入操作,若非如此可能引发脑栓塞肢体动脉栓塞等严重后果[12]。

3.2. 心脏瓣膜病变

AF 常常与心脏瓣膜疾病共存,尤其是风湿性心脏病二尖瓣狭窄,其中约 30%~40%有症状的二尖瓣狭窄患者会发生 AF,研究表明 TEE 能够清晰观察二尖瓣三尖瓣主动脉瓣及肺动脉瓣的形态细节,精准判断瓣膜增厚、钙化脱垂裂缺等一系列病变,同时还能评估瓣膜关闭不全或狭窄的程度,对于二尖瓣狭窄合并 AF 患者,TEE 可测量瓣口面积跨瓣压差等关键参数,量化狭窄程度;对于二尖瓣关闭不全患者,TEE 可判断反流的方向范围及严重程度,这些参数对于选择治疗方案,即药物治疗手术修复或置换,是重要的参考依据,在 HF 患者中,继发性二尖瓣反流常见[13],TEE 能够区分原发性与继发性瓣膜病变,评估反流对左心室容量负荷的影响。除此之外,TEE 在检测瓣膜赘生物评估感染性心内膜炎方面具有独特优势,可明确赘生物的大小形态位置及活动度,同时检测瓣膜穿孔瓣周脓肿腱索断裂等并发症,这对 AF 合并 HF 患者合并感染时的诊断和治疗监测很重要[14]。

3.3. 心功能与血流动力学

虽然 TTE 是评价心脏功能最常用手段,但是当存在胸壁肥胖、肺气肿、机械通气等情况时,TTE 图像质量较差,而 TEE 可以准确测出左心室收缩与舒张功能参数如射血分数、心室壁各个部分活动情况、二尖瓣血流频谱、肺静脉血流模式等,在 AF 合并 HF 患者的临床工作中,TEE 可以通过评估左心室舒张末压、左心房压力来判断心力衰竭的程度,通过计算二尖瓣血流 E/A 比值、E 峰下降时间、左心房大小、肺静脉收缩/舒张期血流比值得以舒张功能做出全面评价,对于右心功能的评价上,TEE 可以清楚显示右心室大小、壁厚、运动幅度等,判断右心室所承受的压力以及收缩能力,在伴有肺动脉高压的心力衰竭病人中十分重要,另外在房颤患者射频消融术前的应用上[15][16],TEE 不仅可以用于发现血栓,也可以观察肺静脉形态并测量其开口大小,从而对消融方案起到一定帮助作用,在术后 TEE 还可以用来观察肺静脉是否发生狭窄、有无残留分流、心脏功能恢复情况等[17]。为规范 AF 合并 HF 患者射频消融术前 TEE 评估流程,现结合关键参数绘制以下决策流程图。



注：LAA，左心耳；SEC，自发性显影；LAVI，左心房容积指数；PFO，卵圆孔未闭；TAPSE，三尖瓣环收缩期位移；FAC，右心室面积变化分数。绿色框为决策节点，蓝色框为对应 TEE 关键参数及临床干预措施。

Figure 1. TEE assessment workflow for patients with AF and HF prior to radiofrequency ablation
图 1. AF 合并 HF 患者射频消融术前 TEE 评估流程

基于上述 TEE 评估参数及决策逻辑, 本研究总结出 AF 合并 HF 患者射频消融术前 TEE 评估流程(图 1)。该流程以“血栓排查→左心耳功能→左房结构与舒张功能→肺静脉解剖→右心功能及 PFO”为主线, 在各决策节点标注了关键参数的临床阈值(如 LAA 流速 $< 20 \text{ cm/s}$ 、LAVI $\geq 34 \text{ mL/m}^2$ 等), 为临床医生提供了从风险评估到消融时机抉择的一站式可视化路径, 有助于降低围术期栓塞风险并优化患者筛选。

3.4. 房间隔与卵圆孔未闭

心房颤动(AF)患者中卵圆孔未闭检出率较高, 经食管超声心动图(TEE)作为诊断卵圆孔未闭(PFO)的金标准, 其准确率显著高于经胸超声心动图(TTE)[18]。TEE 结合声学造影可检测房水平分流, 评估分流方向及分流量; AF 合并心力衰竭(HF)患者若存在右心压力增高, 可能导致右向左分流, 增加反常栓塞风险。该技术可以清晰显示房间隔连续性, 定位中央型、上腔型或下腔型缺损位置, 测量缺损大小及数量。[19]对需行左心耳封堵或房间隔穿刺的 AF 患者, TEE 提供房间隔厚度、偏移度及卵圆窝位置等解剖信息, 故而指导介入操作并减少并发症[20] [21]。

4. TEE 参数与临床预后评估

4.1. 血栓栓塞风险的预测

经食管超声心动图(TEE)检查显示左心房内血栓、左心耳血流速度减慢、自主显影以及主动脉弓斑块等多种指标都和心房颤动(AF)患者的血栓栓塞有关。左房功能分级可以反映缺血性脑卒中的发展情况及结局, 同时心脏超声心动图对急性脑梗死也有重要的作用[22]。结合使用 CHADS₂ 或者 CHA₂DS₂-VASc 评分以及 TEE 所见的心脏结构异常可以更好地判断卒中的发生率[2]。如果左心耳排空速度小于 20 cm/s , 则说明血液可能处于较高的凝固性和淤滞的状态, 从而增加血栓形成的概率。右室流出道的压力升高也是心脏重构的一个危险因素。而对于心力衰竭(HF)的病人, 通过 TEE 来评价左心室收缩功能、心脏大小和瓣膜返流的程度都可以很好地预测心衰的发展趋势以及不良的心血管事件的发生率。左心室射血分数降低、中至重度二尖瓣反流以及右心功能减退都预示着不良的心血管结局[23]。

4.2. 消融术后复发的预测因素

在 AF 射频消融治疗中, TEE 参数可用于预测术后复发风险[24]。左心房扩大、左心耳功能严重受损、广泛的左心房 SEC 均提示心房发生功能障碍, 术后维持窦性心律的成功率较低[25]。术前 TEE 评估的肺静脉解剖变异也与手术难度和成功率相关。此外, 术前经食管超声检查对左房栓结情况的评价, 可以确定抗凝时间及手术时间。若发现有血栓形成, 应继续进行抗凝治疗, 在血栓消失后, 再进行消融术[26]。

5. 研究挑战与争议

5.1. 技术操作的局限性

虽然 TEE 具有高分辨率的优点, 但由于其侵入性的特点, 在临床上的应用受到了限制。因为该检查需要通过食管放置探头, 所以对一些有食管狭窄、颈椎疾病或者凝血功能差的病人来说, 他们不能忍受这种检查或者有禁忌症而不能进行这项检查。而且检查时间较长, 要让病人保持一个姿势还要做吞咽和呼吸的动作, 对于严重的充血性心力衰竭、呼吸困难或者昏迷的病人是很难做到的[27]。

5.2. 安全性与并发症

经食管超声心动图(TEE)是一种无创检查方法, 但是也有一定风险, 在操作过程中可能出现一些问题。常见的问题有咽喉部位不适、恶心呕吐甚至反流等情况; 较为严重的并发症则有食道穿孔、出血、心律

失常、心肌梗死或急性心力衰竭等[28]。房颤(AF)伴发的心力衰竭(HF)患者大多数都是老年人,而且常常合并多种慢性病并且心脏代偿能力差,因此对于 TEE 的耐受性较差,在手术中更容易出现血压下降、缺氧以及心律失常等问题[23]。

5.3. 参数标准化的不足

目前 TEE 参数测定无统一标准,不同学者对左心房大小测量方法、左心耳血流取点位置及 SEC 分型标准等均有所差别,因此造成各研究结果之间不具备可比性从而加大荟萃分析难度,在利用人工智能进行 TEE 图像分析尚处于起步阶段,其自动测量及标准化评价体系有待进一步发展和完善[29]。

6. 结论

经食道超声心动图是用于评价心房颤动合并心力衰竭患者的必要医学检查手段,在左心房血栓检测、心功能评价、瓣膜病诊断以及介入治疗中起重要作用。它可以准确判断心脏瓣膜病、左右心室功能、血流动力学等情况,因此对制定抗凝方案、选择电复律时机、射频消融前评估具有重要意义。但是目前仍有许多问题有待解决,未来的研究应侧重以下几个方面:1) 研制基于人工神经网络的 TEE 图像分析软件,便于左心房血栓与心功能参数的量化标准化分析;2) 建设大规模多中心 TEE 参数库,找出不同参数与预后的联系,完善风险评分体系;3) 探讨 TEE 与其他如 CT 或 CMR 的综合诊断方法来进一步提高诊断水平。随着超声技术的发展和完善以及临床研究的不断深入,经食道超声心动图将在心房颤动合并心力衰竭的诊治上起到更大的作用,它将有助于改善患者的预后和提高其生活质量。

参考文献

- [1] Kantharia, B.K., Wu, L., Hulsurkar, M.M., Karimzad, K., Shah, A.N., Narasimhan, B., *et al.* (2026) Atrial Cardiomyopathy and Atrial Fibrillation in Different Heart Failure Substrates. *Arrhythmia & Electrophysiology Review*, **15**, e11. <https://doi.org/10.15420/aer.2025.53>
- [2] Hadari, A., Nguadi, J., Jalal, H. and Bendriss, L. (2024) Enhancing Thromboembolic Risk Prediction in Non-Valvular Atrial Fibrillation: The Critical Role of Transesophageal Echocardiography (TEE). *Cureus*, **16**, e76064. <https://doi.org/10.7759/cureus.76064>
- [3] Adedara, V.O., Sharma, V., Nawaz, H., Reyes-Rivera, J., Afzal-Tohid, S., Paresbhai, P.T., *et al.* (2023) Transesophageal Echocardiogram before Cardioversion in Atrial Fibrillation Patients. *Cureus*, **15**, e39702. <https://doi.org/10.7759/cureus.39702>
- [4] Wegner, F.K., Radke, R., Ellermann, C., Wolfes, J., Fischer, A.J., Baumgartner, H., *et al.* (2022) Incidence and Predictors of Left Atrial Appendage Thrombus on Transesophageal Echocardiography before Elective Cardioversion. *Scientific Reports*, **12**, Article No. 3671. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-07428-5>
- [5] Sanderson, J.E. and Chan, W.W. (1997) Transoesophageal Echocardiography. *Postgraduate Medical Journal*, **73**, 137-140. <https://doi.org/10.1136/pgmj.73.857.137>
- [6] Sade, L.E., Faletra, F.F., Pontone, G., Gerber, B.L.M., Muraru, D., Edvardsen, T., *et al.* (2025) The Role of Multi-Modality Imaging for the Assessment of Left Atrium and Left Atrial Appendage: A Clinical Consensus Statement of the European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI), European Heart Rhythm Association (EHRA) of the European Society of Cardiology (ESC). *European Heart Journal—Cardiovascular Imaging*, **26**, 385-413. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jeaf014>
- [7] Antonopoulos, A.S., Kasiakogias, A., Kouroutzoglou, A., Touloupaki, M., Briasoulis, A., Papatheodorou, E., *et al.* (2025) Atrial Fibrillation Burden and Management in Cardiomyopathies: Current Evidence and Unmet Needs. *Trends in Cardiovascular Medicine*, **35**, 284-293. <https://doi.org/10.1016/j.tcm.2025.01.007>
- [8] Wybraniec, M.T., Mizia-Szubryt, M., Cichoń, M., Wrona-Kolasa, K., Kapłon-Cieślicka, A., Gawalko, M., *et al.* (2022) Heart Failure and the Risk of Left Atrial Thrombus Formation in Patients with Atrial Fibrillation or Atrial Flutter. *ESC Heart Failure*, **9**, 4064-4076. <https://doi.org/10.1002/ehf2.14105>
- [9] Ostrowska-Kaim, E., Golińska-Grzybała, K., Rzucidło-Resil, J., Mołek-Dziadosz, P., Stąpór, M., Szłósarczyk, B., *et al.* (2026) Real-World Incidence and Predictors of Left Atrial Thrombus Detected on Transesophageal Echocardiography before Atrial Fibrillation Ablation Procedures. *Polish Heart Journal*, **84**, 603-612. <https://doi.org/10.33963/v.phj.112130>

- [10] Jain, P., Patel, V., Patel, Y., Rasool, J., Gandhi, S.K. and Patel, P. (2023) Effectiveness of Transesophageal Echocardiography in Preventing Thromboembolic Complications before Cardioversion: A Narrative Review. *Cureus*, **15**, e48149. <https://doi.org/10.7759/cureus.48149>
- [11] Sharifi, L., Luzzi, C. and Vegas, A. (2024) Perioperative 3D Transoesophageal Echocardiography. Part 2: Clinical Applications. *BJA Education*, **24**, 277-287. <https://doi.org/10.1016/j.bjae.2024.04.008>
- [12] Gaillard, N., Deharo, J., Suissa, L., Defaye, P., Sibon, I., Leclercq, C., *et al.* (2024) Scientific Statement from the French Neurovascular and Cardiac Societies for Improved Detection of Atrial Fibrillation after Ischaemic Stroke and Transient Ischaemic Attack. *Archives of Cardiovascular Diseases*, **117**, 542-557. <https://doi.org/10.1016/j.acvd.2024.06.002>
- [13] Vahanian, A., Beyersdorf, F., Praz, F., Milojevic, M., Baldus, S., Bauersachs, J., *et al.* (2022) 2021 ESC/EACTS Guidelines for the Management of Valvular Heart Disease: Developed by the Task Force for the Management of Valvular Heart Disease of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Revista Española de Cardiología (English Edition)*, **75**, 524. <https://doi.org/10.1016/j.rec.2022.05.006>
- [14] Taub, C.C., Stainback, R.F., Abraham, T., Forsha, D., Garcia-Sayan, E., Hill, J.C., *et al.* (2025) Guidelines for the Standardization of Adult Echocardiography Reporting: Recommendations from the American Society of Echocardiography. *Journal of the American Society of Echocardiography*, **38**, 735-774. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2025.06.001>
- [15] Kuo, L., Kuo, M.R., Chang, W.T., *et al.* (2025) *Acta Cardiologica Sinica*, **41**, 446-477.
- [16] Roney, C.H., Sillett, C., Whitaker, J., Lemus, J.A.S., Sim, I., Kotadia, I., *et al.* (2021) Applications of Multimodality Imaging for Left Atrial Catheter Ablation. *European Heart Journal—Cardiovascular Imaging*, **23**, 31-41. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jeab205>
- [17] Quintana, R.A., Dong, T., Vajapey, R., Reyalden, R., Kwon, D.H., Harb, S., *et al.* (2022) Intra- and Postprocedural Multimodality Imaging in Atrial Fibrillation. *Circulation: Cardiovascular Imaging*, **15**, e014804. <https://doi.org/10.1161/circimaging.122.014804>
- [18] 中华医学会心血管病学分会, 中华心血管病杂志编辑委员会. 卵圆孔未闭规范化诊疗中国专家共识[J]. 中华心血管病杂志, 2024, 52(4): 369-383.
- [19] 王浩, 吴伟春, 施怡声, 等. 卵圆孔未闭右心声学造影中国专家共识[J]. 中国循环杂志, 2022, 37(5): 449-458.
- [20] Mead, G.E., Sposato, L.A., Sampaio Silva, G., Yperzeele, L., Wu, S., Kutlubaev, M., *et al.* (2023) A Systematic Review and Synthesis of Global Stroke Guidelines on Behalf of the World Stroke Organization. *International Journal of Stroke*, **18**, 499-531. <https://doi.org/10.1177/17474930231156753>
- [21] Mac Grory, B., Ohman, E.M., Feng, W., Xian, Y., Yaghi, S., Kamel, H., *et al.* (2022) Advances in the Management of Cardioembolic Stroke Associated with Patent Foramen Ovale. *BMJ*, **376**, e063161. <https://doi.org/10.1136/bmj-2020-063161>
- [22] Okada, M., Inoue, K., Tanaka, N., Tanaka, K., Hirao, Y., Iwakura, K., *et al.* (2024) Impact of Left Atrial Appendage Flow Velocity on Thrombus Resolution and Clinical Outcomes in Patients with Atrial Fibrillation and Silent Left Atrial Thrombi: Insights from the LAT Study. *Europace*, **26**, euae120. <https://doi.org/10.1093/europace/ueae120>
- [23] Cohen, A., Donal, E., Delgado, V., Pepi, M., Tsang, T., Gerber, B., *et al.* (2021) EACVI Recommendations on Cardiovascular Imaging for the Detection of Embolic Sources: Endorsed by the Canadian Society of Echocardiography. *European Heart Journal—Cardiovascular Imaging*, **22**, e24-e57. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jeab008>
- [24] 中华医学会心电生理和起搏分会, 中国医师协会心律学专业委员会. 中国心房颤动管理指南(2025) [J]. 中华心律失常学杂志, 2025, 29(4): 265-338.
- [25] Istratoaie, S., Vesa, Ș.C., Cismaru, G., Pop, D., Roșu, R., Puiu, M., *et al.* (2021) Value of Left Atrial Appendage Function Measured by Transesophageal Echocardiography for Prediction of Atrial Fibrillation Recurrence after Radiofrequency Catheter Ablation. *Diagnostics*, **11**, Article No. 1465. <https://doi.org/10.3390/diagnostics11081465>
- [26] 中华医学会心电生理和起搏分会, 中国医师协会心律学专业委员会. 经冷冻球囊导管消融心房颤动中国专家共识解读[J]. 中华心律失常学杂志, 2020, 24(3): 259-264.
- [27] Ohte, N., Ishizu, T., Izumi, C., Itoh, H., Iwanaga, S., Okura, H., *et al.* (2022) JCS 2021 Guideline on the Clinical Application of Echocardiography. *Circulation Journal*, **86**, 2045-2119. <https://doi.org/10.1253/circj.cj-22-0026>
- [28] 邹彩萍, 俞霏, 昌禹豪, 等. 浙江省经食管超声心动图实践应用专家共识(一) [J]. 心电与循环, 2024, 43(1): 1-8.
- [29] Kalçık, M., Bayam, E. and Özkan, M. (2026) Intraoperative Transesophageal Echocardiography in Cardiac Surgery: Clinical Applications, Decision-Making, and Impact on Outcomes. *Cardiology in Review*. <https://doi.org/10.1097/crd.0000000000001264>